УДК [591.413 : 591.471.373].596

Л. А. Антоненко

К СРАВНИТЕЛЬНО-АНАТОМИЧЕСКОМУ И ФУНКЦИОНАЛЬНОМУ АНАЛИЗУ АРТЕРИЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ НЕКОТОРЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ

Недостаточная изученность строения магистральных артерий предплечья позвоночных и противоречия в трактовке роли функции конечностей в перестройке их сосудов побудили нас предпринять данное исследование. Изучалось строение стенки локтевой, лучевой и межкостной артерий у амфибий: зеленая лягушка (*Rana temporasia*) — 3 (6 фрагментов); рептилий: болотная черепаха (*Emys orbicularis*) — 3 (5); птиц: ливийский голубь (*Columba livia*) — 3 (6); млекопитающих: домашний кролик (*Oryctolagus cuniculus*) — 2 (5), собака (*Canis familiaris*) — 4 (8) и у человека (*Homo sapiens*) — 4 (8). Фрагменты артерий фиксировали в 12%-ном нейтральном формалине и заливали в целлоидин. Срезы толщиной 6—8 мкм окрашивали гематоксилином и эозином, по Ван-Гизону, толуидиновым синим, фукселином по Харту с докрашиванием пикрофуксином.

Наружный и внутренний диаметры сосудов определяли на поперечных срезах по методу Иоффе (1952). Для определения тех же параметров сосудов, имеющих эллиптическую форму сечения, применили формулу для определения площади эллипса (Выгодский, 1977): $D=2\sqrt{ab}$, где D — искомый диаметр, a, b — полуоси эллипса. Измерения проводили при помощи линейного окуляр-микрометра. В качестве основных показателей степени развития среднего слоя артерии использовали индекс Керногана и отношение толщины медии к толщине всей стенки артерии.

Наши исследования показали, что магистральные артерии предплечья можно отнести к мышечному типу, за исключением артерий голубя. Для всех животных характерно слабое развитие интимы: она представлена 1—2 (иногда 2—3) слоями эндотелия и субэндотелиальных клеток. Внутренняя эластическая мембрана артерий амфибий, рептилий и птиц имеет продольноволокнистое строение, а у млекопитающих — это гомогенная пластинка с очаговой продольной волокнистостью. В средней оболочке мышечные элементы расположены обычно спирально и окружены сетью коллагеновых и эластических волокон, образующих каркас стенки сосуда. Наружная оболочка (адвентиция) состоит из коллагеновых и эластических волокон, содержит нервные пучки, хорошо развитую сеть мелких сосудов, имеет обычный клеточный состав. Эластическая ткань адвентиции на границе со средней оболочкой уплотняется, формируя у голубя, собаки и человека так называемую наружную эластическую мембрану.

Для артерий лягушки характерны незначительное развитие эластической ткани в среднем слое, узкий просвет и необычайно мощная плотная наружная оболочка, содержащая мышечные клетки (рис. 1, *а*). Каркас стенки артерии образует не эластическая ткань медии, как у других животных, а коллагеновая ткань адвентиции. В связи с проникновением значительного количества мышечных элементов в адвентицию трудно определить границу между ней и средней оболочкой. Меланофоры в значительном количестве окружают артерию, они также проникают в мышцы, сопровождая мелкие сосуды.

Для артерий черепахи характерно слабое развитие эластической ткани, причем в средней оболочке она имеет вид тонких циркулярных волокон (рис. 2, *а*). В наружные слои медии из адвентиции очагово проникают коллагеновые волокна.

Артерии голубя мышечно-эластического типа, в их стенках хорошо развита эластическая ткань. Она представлена плотными наружной и внутренней эластическими

мембранами и добавочными 3—5 мембранами, полностью охватывающими просвет (рис. 2, *б*), волокна радиально подходят к наружной и внутренней эластическим мембранам. Обращает на себя внимание мощное развитие эластической ткани не только в магистральных артериях и сопровождающих их венах, но и во внутримышечных артериях.

Средняя оболочка артерий кролика мощная, на препаратах обычно сокращена, и поэтому просвет артерий узкий (рис. 1, *б*). Эластический каркас представлен внутрен-

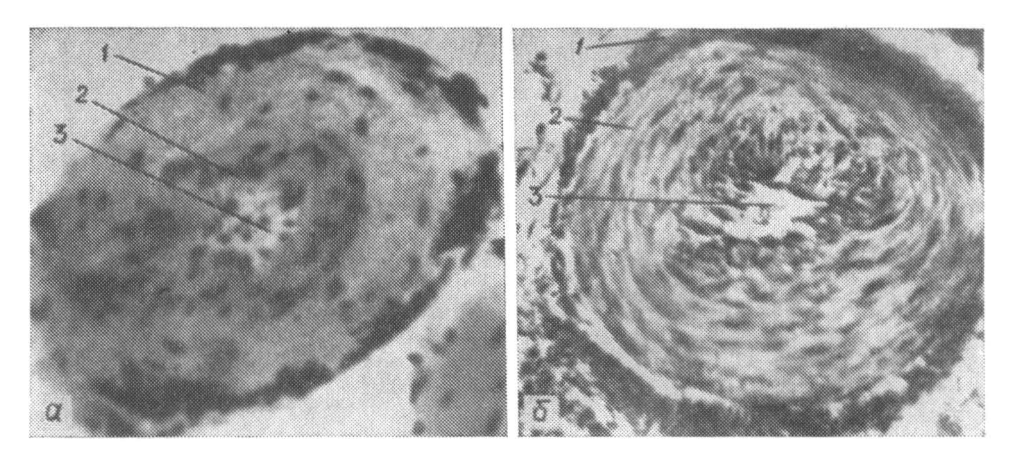


Рис. 1. Лучевая артерия:
а — зеленой лягушки (гематоксилин-эозин, ×240); *б* — кролика (Ван-Гизон, ×240, верхняя треть); *1* — адвентиция; *2* — медия; *3* — просвет.

ней эластической мембраной, циркулярно расположенными в медии эластическими волокнами и небольшим скоплением эластической ткани в адвентиции на границе с медией.

В артериях предплечья собаки средняя оболочка содержит несколько добавочных эластических мембран, почти полностью окружающих просвет. В области нижней трети предплечья эти мембраны исчезают, а остаются только циркулярно расположенные эластические волокна (рис. 2, *в*). Особенностью лучевой артерии является наличие хорошо выраженных пучков продольно идущих мышечных волокон в наружном слое медии.

Артерии предплечья человека существенно отличаются от гомологичных артерий животных большим развитием внутренней и средней оболочек, а также тем, что в интиме к центру сосуда от внутренней эластической мембраны можно различить до 6 рядов эндотелиальных и субэндотелиальных клеток. Здесь же отмечается 7—8 добавочных эластических мембран, нежные коллагеновые и продольные гладкомышечные волокна. Под внутренней эластической мембраной располагается рыхлая соединительная ткань (рис. 3, *а*). Средняя оболочка насыщена эластическими элементами и коллагеновыми волокнами. Она, как правило, разделяется соединительной тканью на 2 слоя. Наружный слой содержит только циркулярные, а внутренний — циркулярные и продольные мышечные волокна (рис. 3, *б*).

Сопоставляя структуру исселдованных магистральных артерий, мы обратили внимание на то, что, как правило, для сосудов большего диаметра характерна более тонкая средняя оболочка, больший просвет, меньший индекс Керногана и лучшее развитие эластики. У лягушки, черепахи, собаки и человека более крупным сосудом предплечья является лучевая артерия, а у голубя и кролика — локтевая. Строение стенки одного и того же сосуда по его длиннику изменяется: возрастает толщина медии за счет мышечной ткани, уменьшается просвет, увеличивается индекс Керногана и ослабевает эластический каркас стенки. Толщина среднего слоя артерий возрастает за счет циркулярных мышечных волокон. Продольно идущие пучки мышечных клеток в стенке лучевой артерии собаки дистально истончаются и заменяются в нижней трети сосуда разрозненными волокнами.

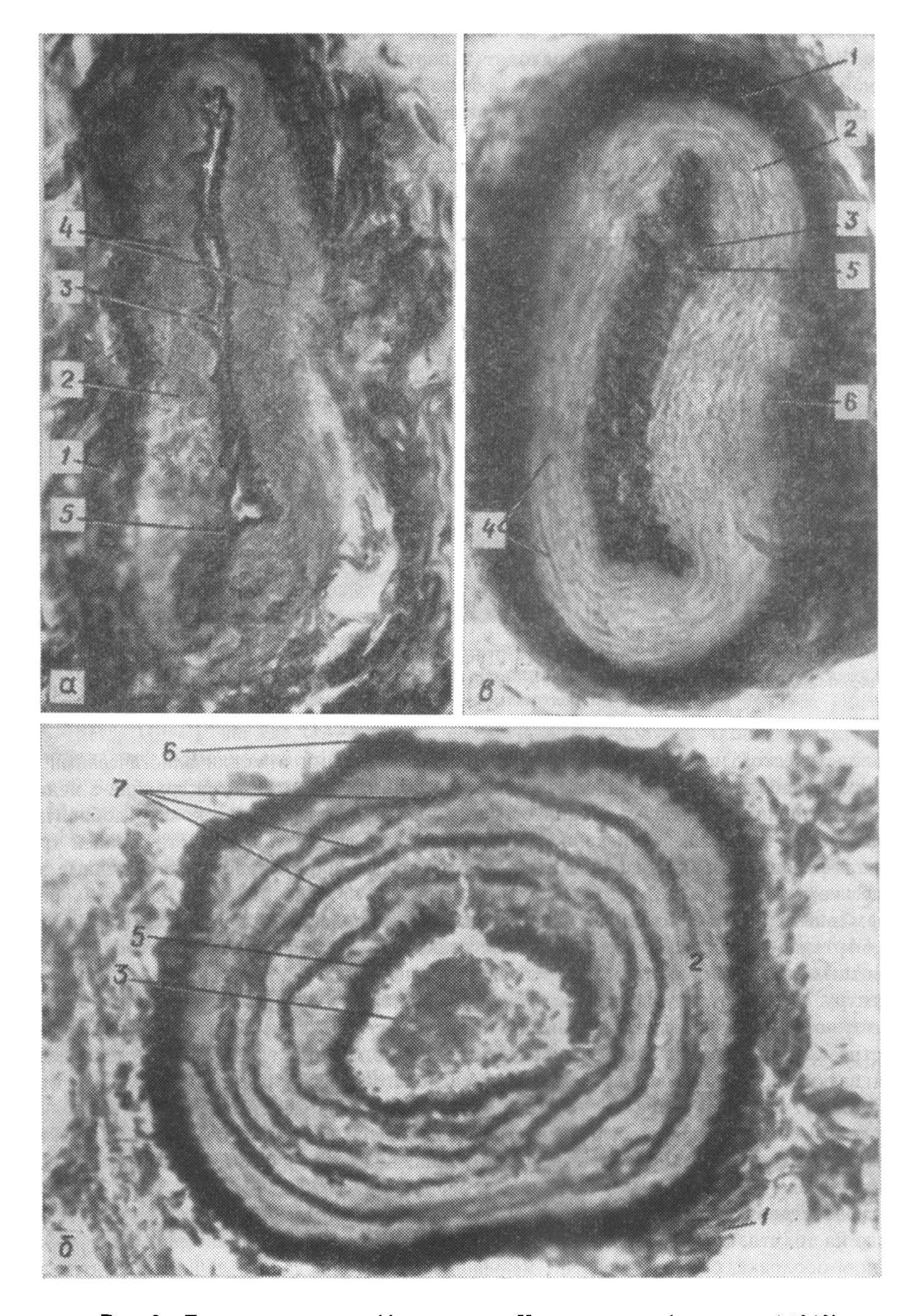


Рис. 2. Локтевая артерия (фукселин по Харту с пикрофуксином, ×240):
а — болотной черепахи; *б* — ливийского голубя (верхняя треть); *в* — собаки; *1* — адвентиция; *2* — медия; *3* — просвет; *4* — эластические волокна; *5* — внутреннняя эластическая мембрана; *6* — наружная эластическая мембрана; *7* — дополнительные эластические мембраны.

Отношение медии к толщине всей стенки сосудов (%) и индексы Керногана (средние величины) составили соответственно у лягушки 30,8 и 0,27; черепахи 44,8 и 0,42; голубя 54,6 и 0,70; кролика 61.2 и 1,24; собаки 74,0 и 0,84; человека 32,6 и 0,15. Эти

данные свидетельствуют о возрастании толщины медии в ряду организмов, расположенных в порядке усложнения их общей организации и нарастания локомоторной активности. Исключение составляет человек, рука которого не принимает участия в статолокомоции и может функционировать в самых различных биомеханических и энергетических режимах. В связи с этим ее артериальная система обладает большими возможностями дозировать кровоснабжение в соответствии с характером функции и величиной

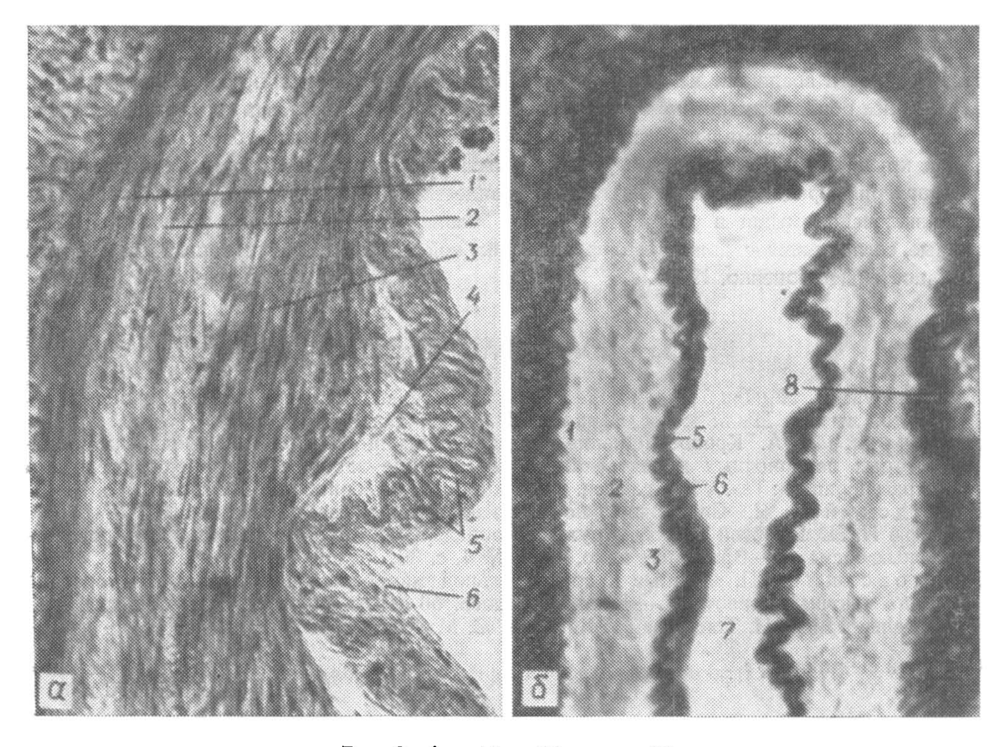


Рис. 3. Артерии руки человека:

а — лучевая (гематоксилин-эозин, ×440); *б* — локтевая (фукселин по Харту с пикрофуксином, ×240, верхняя треть); *1* — наружный слой мышечных волокон медии; *2* — соединительнотканая прослойка медии; *3* — внутренний слой мышечных волокон медии; *4* — рыхлая соединительная ткань; *5* — внутренняя эластическая мембрана; *6* — эндотелий и субэндотелиальный слой интимы; *7* — просвет; *8* — наружная эластическая мембрана.

испытываемой нагрузки: у артерий широкий просвет, в их стенках значительно развита эластика, особенно в средней и даже во внутренней оболочке, а также хорошо развита мышечная ткань артериальной стенки.

Наименьшей дифференцированностью отличаются стенки артерий лягушки, каркас которых составляют, главным образом, коллагеновые волокна адвентиции. Последняя необычайно толстая, концентрически организованная и может быть ошибочно принята за наружный слой медии. Структура артерий черепахи более сложная, однако и в них адвентиция мощная, состоит из коллагеновых волокон, часть которых очагово внедряется в среднюю оболочку, а эластический каркас стенки слабо выражен. то согласуется с данными В. П. Курковского (1947) и Ю. П. Антипчука и Т. А. Гибрадзе (1973).

Для теплокровных животных характерна высокая степень дифференцировки оболочек стенки артерий, хорошее развитие медии, а в ней — мышечных элементов и эластики. Особенно хорошо развита эластическая ткань в стенках артерий крыла голубя, приспособленного к продолжительному машущему полету, требующему обильного кровоснабжения. При выпрямлении крыла сосуды его растягиваются и наполняются кровью. Этому способствует наличие мощного эластического каркаса, благодаря которому просвет сосудов всегда раскрыт. Сосуд может растягиваться вширь также с

помощью радиальных эластических волокон. При складывании крыла артерии сжимаются, и кровь устремляется в капилляры и ткани. При работе крыла в режиме максимального напряжения такая система периферического насоса наиболее выгодна. При работе в легком режиме просвет сосудов уменьшается силой сокращения циркулярных мышечных элементов, и количество поступающей в крыло крови также уменьшается. Регулятором притока крови у наземных четвероногих является мышечный слой средней оболочки магистральных и органных артерий. Этим можно объяснить превалирующее развитие мышечных элементов в периферических отделах артерий. Однако такая система регуляции кровотока связана с утомлением мышечной ткани сосудов. Очевидно, чувство усталости возникает не только от усталости скелетных мышц, но и мышц сосудов.

Таким образом, мышечно-эластическое строение магистральных сосудов предплечья голубя является оптимальным для кровоснабжения одновременно сокращающихся всех мышц крыла птиц. Значительное развитие мышечных элементов в стенках магистральных артерий предплечья млекопитающих свидетельствует о последовательном характере включения мышц в работу и о разнообразии режимов работы конечностей. Эти данные согласуются с данными о функциональной специфике внутриорганных сосудов конечностей (Антоненко, 1975).

ЛИТЕРАТУРА

Антипчук З. П., Гибрадзе Т. А. К сравнительной морфологии кровеносных сосудов легких. Тбилиси: Мецниереба, 1973.— 195 с.

Антоненко Л. А. Кровоснабжение и строение мышц-антогонистов предплечья некоторых позвоночных и человека.— В кн.: Общие закономерности морфогенеза и регенерации : Тез. VI Укр. респ. науч. конф. АГЭ. Тернополь, 1975, с. 10.

Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике.— М : Наука, 1977.— 870 с.

Иоффе И. Л. Простой способ наружного определения внутренних размеров кровеносных сосудов.— Врачебное дело, 1952, № 4, с. 362.

Курковский В. П. Данные к сравнительной микроскопической анатомии артерий позвоночных животных.— В кн.: Сб., посв. 50-летию науч., педаг. и обществ. деятельности В. Н. Тонкова. Тр. ВМА им. С. М. Кирова, 1947. с. 10—28.

Одесский мединститут

Поступила в редакцию
22.VIII 1978 г.

УДК [591.9+591.951] : 599.723

Н. В. Лобанов

СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И НАЛИЧИЕ В ЗООПАРКАХ АФРИКАНСКОГО ДИКОГО ОСЛА (*EQUUS ASINUS* SCLATER, 1885)

Африканский дикий осел в прошлом был широко распространен на севере и северо-востоке Африки. Современный его ареал сильно сократился и ограничивается территориями Эфиопии и Сомали (рисунок). Кроме того, небольшой изолированный участок обитания лежит в центре Сахары, на границе Ливии и Нигера. Возможно, большая часть животных, которых там наблюдали в последние годы,— одичавшие домашние ослы.

Вид ныне представлен двумя подвидами: сомалийским — *Equus asinus somalicus* (=*E. a. taeniopus*) и нубийским — *E. a. africanus*. Третий подвид — атласский осел (*E. a. atlanticus*) полностью истреблен еще в III в. н. э., нубийский и сомалийский ослы занесены в «Красную Книгу».

Нубийский дикий осел некогда многочисленный, в настоящее время близок к вымиранию. В 1970 г. видели (Каррингтон, 1974) небольшое стадо (10 особей),